

Fig. 4. Influence of Ti on the notch toughness at 20°C and -30°C.

性向上に対する B の適正量がきまりかつ衝撃特性に対してはむしろ 0.020% 前後の Ti 共存が望ましいことがわかったので、B 処理鋼における B と Ti の共存比は具備すべき特性値を考慮してきめるのが妥当であろう。

文 献

- 1) T. G. DIGGES and F. M. REINHART: Trans. Amer. Soc. Metals, 40 (1948), p. 1124
- 2) 今井, 今井: N. K. G.: B15 (1951), p. 44
- 3) G. E. SPEIGHT: J. Iron & Steel Inst. (U. K.), Nov. (1950), p. 196
- 4) 阿部, 山田: 日本鉄鋼協会第 73 回講演大会にて発表, (昭和 42 年 4 月)

(242) 5%Cr-Mo-V 鋼系, 9%W-Cr-V 鋼系, Si-Mn 鋼系および Mn-Cr 鋼系バネ材料の焼入剤の相違による焼入効果, 西原式摩耗試験および耐酸化試験等について

(バネ材料に関する研究—XVI)

熊本大学, 工学部 工博○堀田 秀次
Study on the Quenching Effect in Several Media, Nishihara's Wear and the Heat-resistance Test of Spring Materials Made of 5% Cr-Mo-V Steels, 9% W-Cr-V Steel, Si-Mn Steel and Mn-Cr Steel

(Study on the spring materials—XVI)

Dr. Hideji Hotta

1. 緒 言

高温用バネ材料の研究として従来発表されたものが¹⁾²⁾ ありまた著者は高温用バネ材料に関する研究として既往において種々の研究発表^{3)~11)} を行なつたが、前回の第 15 報においては高温用バネ材料として 5%Cr-1%Mo-0.5%V 鋼 (SKD6) および 5%Cr-1%Mo-1%V

鋼 (SKD61) 2 鋼種について焼入焼戻の熱処理を施行しこれについて常温の硬度, 引張, 振り, 焼入性試験ならびに高温の引張および振り試験などを行ない, これを 9%W-Cr-V 鋼系 (SKD5), Mn-Cr 鋼系 (SUP9), および Si-Mn 鋼系 (SUP7) の試験成績と比較検討した。今回はこれが第 16 報として 5%Cr-1%Mo-0.5%V 鋼 (SKD6) および 5%Cr-1%Mo-1%V 鋼 (SKD61) の 2 鋼種について西原式摩耗試験を施行し, また焼入剤の相違による焼入効果を検討し焼入焼戻の熱処理を施行したのについて耐酸化試験などを施行し従来の SKD5, SUP7 および SUP9 と比較したものについてこれが経過の概要を報告する。

2. 供試材料

2.1 化学成分

供試材料は次の Table 1 に示す化学成分を有する 5%Cr-1%Mo-0.5%V 鋼 (SKD6), 5%Cr-1%Mo-1%V 鋼 (SKD61) これと比較のため 9%W-Cr-V 鋼 (SKD5), Si-Mn 鋼 (SUP7) および Mn-Cr 鋼 (SUP9) の 5 鋼種である。

2.2 熱処理方法

熱処理方法としては SKD6, SKD61, SKD5, SUP7 および SUP9 共に焼鈍は 900°C×30 min 炉中焼鈍を行ない, 焼入温度としては SKD6 が 1100°C×30 min 油冷, SKD61 が 1050°C×30 min 油冷, SKD5 が 1100°C×3 min 油冷を行ない, 焼戻温度は焼入後それぞれ 400°, 500°, および 600°C に 30 min 保熱後油焼戻を施行し, また SUP7 および SUP9 では焼入温度 850°C×20 min 油焼入, 焼戻温度 450°, 500° および 550°C におのおの 30 min 加熱後油焼戻を行ないたるものを各試験に供した。

熱処理はすべて弱還元雰囲気で行なつた。

3. 試験の経過ならびに結果

3.1 焼入剤の相違による焼入効果

3.1.1 試験方法

SKD6 および SKD61 の両鋼種はそれぞれ 10φ×25 mm, 15φ×40 mm および 20φ×50 mm の形状寸法に切削加工後 SKD6 では焼入温度 1100°C×30 min, SKD61 では焼入温度 1050°C×30 min にそれぞれ保熱して, 菜種油, ひまし油の植物油およびモーター油の鉱物油に焼入した。焼入後中央部に切断し研磨後中心より円周方向に 2 mm 間隔にてピッカース硬度を測定した。

3.1.2 試験結果

SKD6, および SKD61 の両鋼種につき菜種油およびひまし油の植物油に焼入した場合の断面焼入硬度分布はいずれも断面直径が大になるにしたがつて硬度はやや低下するがひまし油の方が菜種油に比して焼入効果大である。モーター油の鉱物油に焼入した場合の断面焼入硬度分布および質量効果は植物油の場合と同様で焼入硬度は植物油の場合より低い値を示す。また SKD6 より SKD61 の焼入硬度が一般にやや大なる値を示す。これらを従来の SKD5 および SUP9 と比較すると試料寸法 10φ×25 mm のものでは SUP9 と SKD5 の中間ぐらいの質量効果と断面焼入硬度値を示すが試料寸法が 15φ×40 mm および 20φ×50 mm になると SKD5 および SUP9 の試験成績より良好な結果を示す。

Table 1. Chemical composition of specimens. (%)

Steels	JIS	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	W	V	Cu
5%Cr-1%Mo-0.5%V steel	SKD6	0.36	0.93	0.47	0.024	0.022	0.11	4.60	1.16	—	0.39	0.11
5%Cr-1%Mo-1%V steel	SKD61	0.35	0.82	0.40	0.025	0.011	—	5.25	1.11	—	1.04	—
9%W-Cr-V steel	SKD5	0.29	0.17	0.29	0.025	0.013	—	2.45	—	9.10	0.41	0.09
Si-Mn steel	SUP7	0.65	1.97	0.86	0.014	0.008	—	—	—	—	—	—
Mn-Cr steel	SUP9	0.52	0.30	0.72	0.014	0.010	0.11	0.76	—	—	—	0.15

3.2 西原式摩耗試験

3.2.1 試験方法

SKD6 および SKD61 の両鋼種共いづれも、外径 30φ、内径 16φ、巾 8mm に切削加工後所定の熱処理を施行した試験片 2 枚を 1 組とし、西原式摩耗試験機を使用し、試験条件は滑り率 20%、荷重 30 kg、回転数 800rpm で 5 万回転毎累計 30 万回転までの摩耗量をそれぞれ測定した。

3.2.2 試験結果

本試験の結果は Fig. 1 に示すごとく SKD6 および SKD61 共に摩耗量は回転数の増加と共に直線的に増大し、耐摩耗性は SKD6 より SKD61 の方がやや良好である。また焼戻温度の影響は両鋼種共におおむね 400°C 焼戻のものが耐摩耗性は良好でついで 500°C 焼戻 600°C 焼戻の順に低下するが差はあまり顕著ではない。これらを SKD5 および SUP9 と比較すれば SKD5 の

500° および 600°C 焼戻、SUP9 の 450°, 500° および 550°C 焼戻のものより耐摩耗性は良好である。

3.3 耐酸化試験

3.3.1 試験方法

耐酸化試験に使用した試験片の形状寸法は SKD6 および SKD61 両鋼種共に上記焼鈍後 10φ×10mm に切削加工し所定の焼入焼戻の熱処理を施行し試験に供した。これが試験方法としてはニクロム線電気炉内に装入し加熱温度おのおの 400°, 500°, 600° および 700°C に 5 hr ごとに累計時間それぞれ 5 hr, 10 hr……50 hr までの酸化増量を測定した。

3.3.2 試験結果

本試験の結果試験温度 400°C においては両鋼種共加熱保持時間（累計）が増加してもほとんど酸化増量の変化が認められない。試験温度 500°C では酸化増量僅少なるとも 600°C および 700°C の温度の上昇に伴い酸化増量も急激に増加し、加熱時間の増加とともに酸化増量も大となる。両鋼種共加熱温度 600°C まではあまり大差はないが 700°C では SKD61 の方が耐酸化性良好である。

両鋼種共焼入焼戻の熱処理が耐酸化性におよぼす影響は認められない。これを従来の SKD5 および SUP7 と比較すると加熱温度 400°, 500° および 600°C では耐酸化性の差はあまり認められないが加熱温度 700°C では加熱保持時間 5 hr (累計) までは SUP7 と同様な酸化増量を示すが 25 hr 以降では SKD61 は耐酸化性が最も良好でついで SKD5, SKD6 および SUP7 の順に劣化する。4 鋼種共に熱処理の影響は認められない。

4. 結 言

上記の諸実験の結果を総括するとおおむね次のごとくである。

(1) SKD6 および SKD61 共にひまし油、菜種油の方がモーター油より焼入効果大である。SKD61 の方が SKD6 に比してやや焼入硬度が大である。SKD6 および SKD61 は SKD5, SUP9 より焼入効果大である。

(2) 西原式摩耗試験の結果 SKD6 および SKD61 共に焼戻温度が高くなるにしたがい一般に摩耗量は増加するが、SKD61 が SKD6 より耐摩耗性は良好である。一般に SKD61, SKD6, SKD5 および SUP の順に耐摩耗性は低下する。

(3) 耐酸化試験において試験温度 400°C では SKD6, SKD61 共に酸化増量はほとんどないが試験温度 600°C および 700°C と上昇に伴い酸化増量も大となり高温において SKD61 の方が SKD6 に比して耐酸化性良好である。また加熱時間の増加に伴い酸化増量が大となる。おおむね耐酸化性は SKD61 が良好でついで SKD5, SKD6, SUP7 の順に低下する。

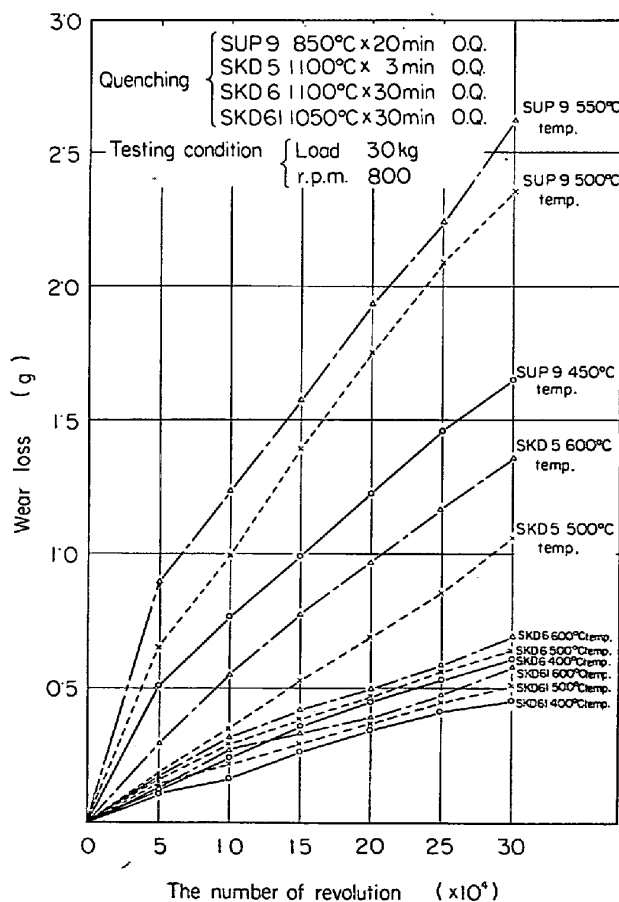


Fig. 1. Relation between the wear loss and the number of revolution on Nishihara's wear test.

文 献

- 1) P. E. BUFF: Metal Progress, 75 (1959) 3, p. 103
- 2) J. M. THORNTON: Materials in Design Engineering, Aug. (1960), p. 111
- 3) 堀田: 鉄と鋼, 40 (1954), p. 613
- 4) 堀田: 鉄と鋼, 42 (1956), p. 333
- 5) 堀田: 鉄と鋼, 44 (1958), p. 38
- 6) 堀田: 鉄と鋼, 47 (1961), p. 449
- 7) 堀田: 鉄と鋼, 48 (1962), p. 573
- 8) 堀田: 鉄と鋼, 50 (1964), p. 652
- 9) 堀田: 鉄と鋼, 51 (1965), p. 1029
- 10) 堀田: 鉄と鋼, 51 (1965), p. 2062
- 11) 堀田: 鉄と鋼, 52 (1966), p. 737

(245) 国産 ASTM A-302B 厚鋼板の
潜弧溶接部の機械的性質について

大阪大学, 工学部

工博 美馬源次郎・工博○堀 茂徳
新居浜工業高校 谷村 勉On the Mechanical Properties of ASTM
A-302B Heavy Steel-plates by Submerged Arc
WeldingDr. Genjiro MIMA, Dr. Shigenori HORI
and Tutomu TANIMURA

1. 緒 言

最近の発電用原子炉は非常に大型化する傾向があり、極厚鋼板が必要となつてきた。極厚鋼板の製造においてはとくに溶接に伴う幾多の技術的問題がある。そこで原子炉圧力容器用鋼板としてはそれらの種々の問題を十分知悉してこれを完全に解決しておかねばならない。

すでに学振、鉄鋼協会では原子炉用鋼について系統的に研究しているが、本報はその研究の一環として行なつた厚鋼板の潜弧溶接における溶接部の機械的性質に関する研究に一部熱処理による組織変化を追加研究したものをまとめたものである。すなわち厚さの異なる2種のA-302B* 鋼板の潜弧溶接における溶接部近傍の変形度の分布をねじりおよび引張試験によつて調べた。従来横方向試験片による単純引張りはなされるがねじりおよび引張変形度の分布を求めたものはみ当たらないのでここに報告したい。

2. 使用鋼材

厚さ 250 mm, 巾 140 mm, 長さ 510 mm の N** 鋼材 2 本と厚さ 100 mm, 巾 120 mm, 長さ 510 mm の Y 鋼材*** 2 本を入手して使用した。これらはそれぞれ焼入れ焼もどし処理が行なわれている。これらの鋼材の化学組成は Table 1 のとおりである。

3. 実験方法

N および Y 鋼材の各 2 本を長手方向に組合せて N 材に

* ASTM 規格

** 日本製鋼所製

*** 八幡製鉄所製

については溶接棒 US-56* とフラックス MF-29* を使用し、予熱および層間温度 150~200°C とし 20~40 cm/min にて 100 層で溶接した。また Y 材については Y-204**, フラックス YF-200** を使用して予熱および層間温度を 150~180°C とし速度 30~60 cm/min にて 61 層で潜弧溶接を行なつた。溶接後母材、熱影響部および溶着鋼部の各部につき板厚の上層部、中層部および中央部からそれぞれシャルピ試験片を採取した。熱影響部については各試験片ごとにマクロ腐食し熱影響部をたしかめた上で V ノッチを入れた。ねじりおよび引張試験片は溶着鋼部、熱影響部および母材を含むようにピードに直角方向に試験片を切り出した。ねじり試験片は 5 mm 角棒とし N 材では試験部長さ 60 mm Y 材では 90 mm と一定し、引張試験片は 3×15×250 mm の板とした。また引張試験は常温にて、ねじり試験は常温および液体窒素温度でそれぞれ静的に負荷した。さらに切り出したねじり試験片を 625°C で 1 hr から 10 hr 焼鈍した場合の組織および硬度、ねじり試験をも行なつた。

4. 実験結果

シャルピ試験: N および Y 材の母材、熱影響部および溶着鋼の各部につきそれぞれ上層、中層および中央部試験片について -100°C から 80°C の温度範囲にわたりシャルピ試験を行なつた。N 材では上層、中層および中央部とも母材および熱影響部の衝撃値はほとんど同じ値を示したが、溶着鋼部のそれはかなり低かつた。また Y 材については溶着鋼部が最も高く、母材、熱影響部の順に低くなつた。これは主として溶接材料および溶接条件のちがいによるものと考えられる。50% 脆性破面率についての遷移温度は N 材では上層、中層、中央各部とも熱影響部の遷移温度が最も低温側に現われ溶着鋼部が最も高い。また Y 材については熱影響部、溶着鋼部、母材の順に高い。そして組織の異なる各部とも上層、中層および中央部における遷移温度の差は非常に少ない。Fig. 1 (a) および (b) に N および Y 材の母材、熱影響部および溶着鋼各部の吸収エネルギー温度関係を中層部 (1/4 t) について示した。

ねじり試験: Fig. 2 (a) は室温全ねじり角 360° としたもののおよび -196°C で破壊までねじり変形した N 材について変形後軸方向間隔 2 mm 当たりのねじり角を測定した結果である。図から明らかなごとく、母材の変形量はきわめて大きく溶着鋼および熱影響部において少ない。しかし液体窒素温度においては熱影響部および溶着鋼部の変形量も比較的大きい。これは母材の変形応力の温度依存性が熱影響部、溶着鋼部におけるそれに比較して大きいのであらうと考えられる。Y 材の常温ねじりによる変形量は N 材と同様に母材が非常に大きい熱影響部においては変形はほとんど現われなかつた。

つぎに -196°C におけるねじり変形による破断はすべての試験片で母材において起こつた。このことは本ねじり変形による靱性-脆性遷移温度は母材において最も高いことを意味しており、これはシャルピ遷移温度が Y 材では母材が最も高いことと符号としているが N 材では溶着鋼部が高いことと対応しない。なお -196°C での

* 神戸製鋼所製

** 八幡溶接棒製